



TITLE:

# 局在電子・格子系の二次光学過程 (非線型・非平衡状態の統計力学,研究会報告)

AUTHOR(S):

高河原, 俊秀; 花村, 栄一; 久保, 亮五

---

CITATION:

高河原, 俊秀 ...[et al]. 局在電子・格子系の二次光学過程(非線型・非平衡状態の統計力学,研究会報告). 物性研究 1977, 27(6): F26-F28

ISSUE DATE:

1977-03-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89318>

RIGHT:

の状態密度をかけたもの,  $A_R$  も同様,  $r = A_L + A_R$ ,  $f_p = 1/(e^{\beta(\epsilon_p - \mu)} + 1)$ ,  
 $f_p^\pm = 1/(e^{\beta(\epsilon_p - \mu \pm eV)} + 1)$  etc.  $A_L, A_R \rightarrow 0$  の極限で第 2 項は積分後に消え, 第 1 項の  $\text{Im}[\dots]$  は  $\delta$ -関数になって通常の表式が得られる。

この方法によって, 各電極の電子数を変えずに一定の電流を流している状態がどのようなものが明らかになり, 通常の実験が, 正常トンネル電流の場合には良い近似になっていることがはっきりしたし, また, その近似の意味も明らかになったと思う。超伝導トンネル効果の場合, 特に, ジョセフソン輻射や, 多粒子トンネル効果<sup>2)</sup>を考える場合には外部回路の効果を直接見るようなことができると考え, 超伝導への拡張を行いつつある。

#### 参 考 文 献

- 1) D. N. Langenbert; Rev. Phys. Appl. 9 (1974) 35.
- 2) J. W. Wilkins; in *Tunneling Phenomena in Solids* ed. E. Burstein and S. Lundqvist, 1969, Plenum.

### 局在電子・格子系の二次光学過程

東大・理 高河原 俊 秀

東大・工 花 村 栄 一

東大・理 久 保 亮 五

共鳴的な二次光学過程に含まれるレーリー散乱, ラマン散乱, ホット・ルミネッセンス, ルミネッセンスの各成分が果して原理的に区別されるか否か, 或いはこれらの成分の間の相互関係がどのようにになっているかという問題に関しては, 近年非常に議論の多い所である。物理的には入射光と散乱光との周波数及び偏光特性の相関が, 中間状態における緩和によってどのように影響を受けるかを明らかにしなければならない。中間状態における緩和には, 輻射減衰及び無輻射緩和の二種類あるが, ここではこのいずれをも統計力学の手法を用いて定式化した。この一般理論を用いて二次光学過程の各成分

が物理的パラメーターの変化によってどのようにスペクトル全体の中での比重を変えてゆくか、又各成分がどのような時間的振舞をするかを調べた。

具体的なモデルとして、線型な電子・格子相互作用をもつ局在電子・格子系を取上げた。規準振動モードの線型結合でつくられる相互作用モードを導入し、このモードが局在化モードとして十分良い意味をもつ場合に限定して理論を展開した。全格子系を相互作用モードとそれ以外の熱浴モードの部分とに分け、前者が後者からの乱雑力をうけてブラウン運動すると考える。全格子系のダイナミカルな運動を相互作用モードの力学空間に投影することにより、フォノン・スペクトルの分散による相互作用モードの振動準位間緩和を記述した。このようにして本来多モードの問題を単一モードの問題に焼き直し、二次光学過程を論じた。この理論では振動緩和定数と輻射減衰定数とが物理的に重要なパラメーターであり、これらの相互の大小関係によりスペクトルが、ラマン散乱的  $\longleftrightarrow$  ホット・ルミネッセンス的  $\longleftrightarrow$  ルミネッセンス的 と変化することを統一的に記述できる。すなわち、振動緩和定数が輻射減衰定数に比して十分小さい時には、局在化モードに関するラマン・サイドバンドが顕著であり、逆の場合には振動緩和に関する平衡状態よりの発光が支配的であり、ルミネッセンス的性格を持つ。上の二つのパラメーターが同程度の時には、発光過程と振動緩和過程とが競争するため、非平衡振動準位よりの発光としてのホット・ルミネッセンスが顕著である。

次に同じ系で光パルスが入射する時の散乱光の時間分解スペクトルの計算を行ない、上の各成分の時間的振舞を明らかにした。すなわち、レーリー及びラマン散乱の部分は位相緩和時間或いは吸収、放出スペクトル巾の逆数で定まる減衰定数をもつ。ホット・ルミネッセンスの減衰定数は、輻射減衰定数と振動準位間の熱い分布の緩和定数との和で与えられる。平衡振動準位よりの発光である通常ルミネッセンスは輻射減衰定数で減衰してゆく。このように時間分解スペクトルには、物質内緩和現象の動的側面に関する情報が豊富に含まれており、将来実験的研究がさかんになされることが期待される。

## 参 考 文 献

- 1, Stochastic Models of Intermediate State Interaction in Second Order Optical Processes  
R.Kubo, T.Takagahara and E.Hanamura, Lecture Notes in Physics (Springer Verlag Co., Heidelberg) in press.

2. Stochastic Models of Intermediate State Interaction in Second Order Optical Processes  
I. Stationary Response T.Takagahara, E.Hanamura and R.Kubo, to be submitted to J. Phys. Soc. Japan.
3. Stochastic Models of Intermediate State Interaction in Second Order Optical Processes  
II. Transient Response T.Takagahara, E.Hanamura and R.Kubo, to be submitted to J. Phys. Soc. Japan.
4. Theory of Light Scattering in a Localized Electron-Phonon System I. Stationary Response T.Takagahara, E.Hanamura and R.Kubo, to be submitted to J. Phys. Soc. Japan.
5. Theory of Light Scattering in a Localized Electron-Phonon System II. Transient Response T.Takagahara, E.Hanamura and R.Kubo, to be submitted to J. Phys. Soc. Japan.

## Bogoliubov 理論とキュムラントの手法 による運動方程式の導出

湘北大・電子 落 合 萌

先きの報告<sup>1)</sup>では, Siegert<sup>2)</sup>による master equation をキュムラントの手法により書き換え, 久保氏ら<sup>3)</sup>の与えた, system size expansion の助けを借りて Boltzmann 方程式およびゆらぎの分散の満すべき運動方程式を求めた。さらに, マルコフ過程の制限を取り除くことによって, drift term のある Boltzmann 方程式を導いた。ここにおいてみられたように, ゆらぎや運動方程式を論ずる際にキュムラントによる方法が, その物理的意味を把握する上に有効な場合が多い。このとき, drift term のある Boltzmann 方程式を導くにあたっては, キュムラントの母関数を見付け出し, それの満す運動方程式を必要とした。これにより, BBGKY 方程式に等価なキュムラントの満す方程式を導いたのだが, これを解くにあたり, Bogoliubov の分布関数を借りてきて, キュムラントとの対応